

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030002957 A
 (43)Date of publication of application: 09.01.2003

(21)Application number: 1020010039558
 (22)Date of filing: 03.07.2001

(71)Applicant: ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE
 (72)Inventor: CHO, GWANG YUN
 CHOI, HYEONG DO
 LEE, AE GYEONG
 LEE, HYEONG SU

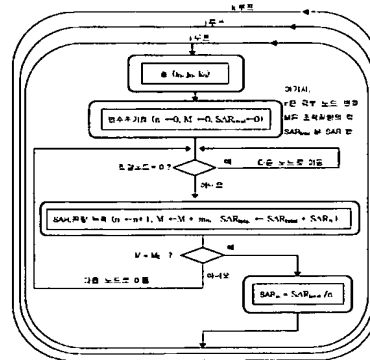
(51)Int. Cl. G06F 19 /00

(54) METHOD FOR TESTING LOCAL SAR OF HUMAN BODY EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC FIELD

(57) Abstract:

PURPOSE: A method for testing the local SAR (Specific Absorption Rate) of a human body exposed to an electromagnetic field is provided to test the local SAR of every part of the human body without the underestimation by using a technique excluding an air layer from an average tissue of the human body. CONSTITUTION: A specific node (in,jn,kn) consisting an FDTD(Finite-Difference Time-Domain) cell is obtained. The values of the node, a local tissue mass, and a total of the local SARs(SARtotal) are set as the initial values.

Thereafter, the node mass of the FDTD cell is obtained. If the node mass is not zero, the node number(n), the SARtotal, and the local tissue mass are increased by $n=n+1$, $SAR_{total}=SAR_{total}+SAR_n$, and $M=M+M_n$, respectively. The increased local tissue mass is compared to a predetermined average SAR mass(M_0). If the increased local tissue mass is similar to the average SAR mass, the SARtotal is divided by the number (n) corresponding to the corresponding node to calculate an average SAR(SARav).



copyright KIPO 2003

Legal Status

Date of request for an examination (20040116)

Notification date of refusal decision (00000000)

Final disposal of an application (rejection)

Date of final disposal of an application (20050928)

Patent registration number ()

Date of registration (00000000)

Number of opposition against the grant of a patent ()

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

Number of trial against decision to refuse ()

Date of requesting trial against decision to refuse ()

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
G06F 19/00

(11) 공개번호 특2003-0002957
(43) 공개일자 2003년01월09일

(21) 출원번호 10-2001-0039558
(22) 출원일자 2001년07월03일

(71) 출원인 한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지
(72) 발명자 이애경
대전광역시유성구신성동하나아파트105동1406호
최형도
서울특별시동대문구답십리4동16-42
조광윤
대전광역시서구삼천동가람아파트7동1507호
이형수
대전광역시유성구어은동한빛아파트117동403호
(74) 대리인 전영일

심사청구 : 없음

(54) 전자기장에 노출된 인체의 국부 S A R (전자파흡수율)평가 방법

요약

본 발명은 인체 전자기장 노출 평가(EMF Dosimetry)에 관한 것으로, 휴대용 이동통신 단말기와 같은 전자기장 발생원에 노출된 인체의 국부 전자파흡수율(SAR)을 측정 또는 해석하는 데 있어, 인체 및 상기 휴대용 이동통신 단말기를 이론적으로 모델링하고 소정의 수치해석을 통해 SAR을 측정하기 위해 인체의 국부 조직에 대응하도록 인체로부터 소정의 규정된 질량을 취하여 SAR을 측정하는 인체의 국부 SAR 평가 방법에 있어서, 상기 소정의 규정된 질량을 취하는 방법은, 소정 질량을 취하는 과정을 공기층을 제외하면서 반복 수행하여, 최종적으로 생성된 조직 점들을 통해 누적된 질량을 취하는 것을 특징으로 하여, 인체 내부의 각 측정점에서 그 각 점을 3차원적으로 감싸면서 질량을 누적하되 공기층을 제외시킴으로서 원하는 조직 질량을 최종적으로 얻게 된다. 따라서, 그 최종적인 조직의 부피는 인체의 형상을 따르는 임의의 모양을 갖추게 되어 인체의 굴곡 정도에 크게 상관없이 효과적인 국부 SAR 을 평가하는 것이 가능하다.

대표도

도 3b

색인어

SAR 평가, 전자기장 흡수

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 수치 해석적 방법에 의해 인체내 전자기 에너지 흡수량을 평가하는 일반적인 절차를 나타내는 도이고,

도 2는 수치 해석적 방법에 의해 인체의 국부 노출평가를 위해 일반적으로 제공되는 생체모델 데이터베이스가 포함된 수치해석 계산부를 보여주는 도이고,

도 3a는 본 발명에 따라 인체의 국부 SAR 평가를 위해 FDTD(시간영역 유한차분법) 계산을 위한 입방체의 각 셀(측정 시의 측정점)을 통해 일정 질량의 조직을 채워하는 방법을 보여주는 도이고,

도 3b는 상기 도 3a 방법을 설명하기 위한 순서도이고,

도 4a는 인체의 머리부위의 SAR 을 계산하기 위한 시험위치의 예이고,

도 4b 내지 도 4d는 FDTD 기법을 이용한 수치해석 후에 본 발명에 따라 국부 SAR 분포를 계산한 결과를 보여주는 도이며,

도 4e 및 도 4f는 FDTD 수치기법을 이용하여 수치해석 후에 기존의 방식에 따라 인체의 머리 주변의 국부 SAR 분포를 측정된 결과를 보여주는 도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 전자기 에너지 흡수 측정방법에 관한 것으로, 보다 특정적으로는, PCS 단말기와 같은 전자기장 노출원 사용 시 그로부터 복사되는 전자기 에너지의 인체내 국부 전자파흡수율(SAR)을 측정하는 전자파 흡수율 측정 방법 및 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 관한 것이다.

최근 이동통신단말기 사용의 급격한 증가와 함께 이들 전화기에서 복사되는 전자기적 에너지의 흡수로 인한 잠재적인 건강 위험에 대한 대중의 관심이 증대되어 왔다. 무선 전파(RF : Radio Frequency) 노출로부터 인체를 보호하기 위한 안전지침들이 여러 국가에서 발행되어왔으며, 그 중 전신 평균 전자파흡수율(SAR : Specific Absorption Rate)은 일반인 노출의 경우 0.08W/kg, 국부 노출의 경우에는 1g 조직의 평균 SAR이 1.6W/kg, 또는 10g 조직의 평균 SAR이 2.0W/kg을 넘지 않도록 하고 있다. 국부 SAR은 국가나 기관에 따라 상기의 두 가지 기준 중 하나를 따르고 있다.

국부 SAR을 평가하는 예로 휴대용 이동전화 단말기에 노출된 일반인의 SAR은 크게 두 가지 방법으로 평가하고 있다.

하나는 실험에 의한 방법으로, 인체 머리 모형을 한 외피 내에 인체 머리의 평균적인 전기적 특성을 갖는 유동액을 채운 모의 인체(phantom) 좌측 또는 우측 귀에, 시험모드에서 동작하는 휴대용 이동전화 단말기를 알맞은 시험위치에 부착하고 모의인체 내부에 미소 전기장 프로브(probe)를 삽입하여 전기장을 측정하고 그 값을 SAR 값으로 환산하는 것이다.

다른 하나는 인체와 단말기를 이론적으로 모델링하고 전자기적 수식을 수치해석법에 의해 풀이하여 단말기에 의한 인체 내 전기장 값을 구하여 SAR 값으로 환산하는 것이다. 이 때, 수치해석 기법은 주로 시간영역유한차분법(FDTD : Finite Difference Time Domain)이 사용되며, 인체 모델은 최근 대부분의 연구에서 해부학적 영상 데이터에 기초한 실제적인 모델을 사용하고 있다.

이러한 해석에 관련한 논문들이 최근에 매우 많이 발표되고 있으며, 사용되는 수치해석 기법이 FDTD 기법이라 하더라도 그 평가 결과의 정확도나 재현성 등을 개선시키기 위해서 각기 고유의 기술을 개발하고 있다.

상기 수치 해석적 방법에 의해 이동전화 단말기를 전자기장 복사원의 예로 하여 인체 내 전자기 에너지 흡수량을 평가하는 일반적인 절차는 도 1과 같다.

일반적으로 이동전화기는 수치해석적으로 도체 박스와 모노폴 안테나로 흔히 모델링하며, 이동전화 단말기에 대하여 인체는 주로 두부와 목 정도로 모델링하되 최근에는 실제 해부학적인 인체를 주로 이용하여 평가한다.

이러한 인체와 단말기의 모델링이 끝나면 이 둘 두 가지 모델에 대해 인체가 전화기를 사용하는 상태로 공간 배치를 하여야 한다. FDTD 계산을 위해서는 이러한 통화 상태 배치를 갖는 상태에서 FDTD 메쉬(mesh)를 다시 생성해야 한다. 3차원적 구조에서 일상적인 통화 상태로 구현하는 데에는 어려움이 있기 때문에 대개 1~2회 정도로 단말기를 두부에 대해 일정한 축으로 회전시켜 메쉬를 생성한다.

생성된 새 메쉬는 단말기 주변과 인체 내부의 전자기장 분포를 계산하기 위해 FDTD 알고리즘을 이용한다. 그 결과로 얻어진 전자기장 분포를 SAR 분포로 변환하게 된다.

SAR은 노출원과 피노출체 간의 정량화를 위한 측정값의 한 종류로 대부분 생체 조직의 투자율은 자유공간과 동일하므로 높은 RF 대역에서 모든 기지의 예측되는 상호작용은 전기장에 관련된 메카니즘을 통해 발생한다. 따라서, SAR 값은 전기장 분포와 생체 매질이 가지고 있는 전기적 특성 값으로부터 주어지며, 그 물리적인 정의는 주어진 밀도(ρ)인 체적분(dV)내의 질량 증분(dm)내에서 소실된 또는 그 질량 증분(dm)에 의해 흡수된 에너지 증분(dW)의 시간 미분이라고 할 수 있다.

수학식 1

$$SAR = \frac{\sigma}{2\rho} |E_i|^2 \quad (W/kg) \text{ 또는 } (mW/g)$$

여기에서 σ 는 조직 도전율(S/m), ρ 은 조직 밀도(kg/m^3), 그리고 E_i 는 내부 전자기장의 첨두치(peak value)이다.

상기 식을 이용하여 인체 내 모든 조직의 FDTD 셀 마다 정의되는 SAR 값을 가지고 비로소 1g 또는 10g의 국부 평균 SAR을 산출하게 된다. 앞서 언급한 바와 같이, 현재 대표적인 전자기 에너지의 국부 흡수에 관한 안전 기준은 크게 두 가지로 볼 수 있으며, 하나는 1g 조직에 대한 SAR 허용 한계치가 1.6W/kg(미국, 캐나다)이고 다른 하나는 10g 조직에 대한 SAR 허용한계치가 2.0W/kg (유럽, 일본, ICNIRP-국제 비전리복사 방호위원회)이다. 이 기준들은 모두 머리와 몸통에 대해 규정되는 것이며, 손, 손목, 발, 발목과 같은 사지에 대해서는 10g 평균에 대해 4.0W/kg으로 규정한다.

앞서 언급한 바와 같이, 휴대용 이동전화 단말기는 방송국 송신소나 기지국 안테나와 같이 인체의 전신에 전자기장이 입사하는 것이 아니라 인체의 머리에 집중적으로 노출되는 국부 노출원이다. 따라서, 이러한 국부 노출원의 경우에는 송신전력이 미약할 경우 인체에 흡수되는 양이 전신 노출 기준 미만이라 할지라도 국부적으로 흡수되는 양은 클 수 있으므로 국부 노출 기준을 만족하는지 평가되어야 한다.

기본적으로 인체보호를 위해서는 전자기장 노출원의 종류에 관계없이 전신평균 SAR 및 국부 SAR을 모두 만족하여야 하며, 평가 결과의 재현성에 크게 영향을 주는 요인은 여러가지가 있겠으나, 그 중 대표적인 것이 국부 조직의 1g 또는 10g 선정방법이다.

이러한 국부 조직의 형상은 대개 입방체로 정의하거나 혹은 연속적인 임의의 조직으로 규정하고 있다. 입방체라고 정의한 것은 공학적인 측면에서 편리성 및 용어 규정의 간편성을 추구하고자 한 것이며, 생물학적인 영향의 의미를 포함하지는 않는다. 더구나, 일반적으로 입방체에 대한 평균 SAR은 상대적으로 연속적 임의의 조직의 평균 SAR 값보다 낮게 산출되어 과소평가의 위험성을 내포하고 있다.

그러나, 현재 기준들에서 그 평가방법 또는 절차에 관해 일관성 있는 표준이 없기 때문에 평가자에 따라 그 결과에 차이가 있을 수 있다. 그러한 결과의 차이를 가장 크게 가져올 가능성이 있는 요인의 하나가 바로 이렇게 평균하는 국부 질량의 선택 방법이다. 따라서, 시험결과의 재현성을 높이고 결과가 과소평가되지 않도록 하기 위해서 국부 질량을 선택하는 적절한 방법이 요구된다고 할 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 수치해석 기법을 사용하여 국부 노출을 평가하는 방법에 있어 국부 조직의 1g 또는 10g 선정 방법에 있어서, 질량이 없는 공기층을 평균 조직내에 포함시키지 않는 방법을 통해 과소평가 없이 인체내 어느 부분에서도 평가가 가능할 수 있는 재현성 및 용이성이 우수한 국부 조직 채취 방법 및 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따르면, 휴대용 이동통신 단말기와 같은 전자기장 발생원에 노출된 인체의 국부 전자과흡수율(SAR)을 측정 또는 해석하는 데 있어, 인체로부터 소정의 규정된 질량을 취하여 SAR을 측정하는 인체의 국부 SAR 평가 방법에 있어서, 상기 소정의 규정된 질량을 취하는 방법은, 국부 SAR을 알고자 하는 지점을 둘러싸는 소정 질량 및 형상을 갖는 FDTD 셀(또는 측정점)의 국부 질량을 더하여 이루어지되, 질량이 거의 없는 공기층은 제외시키면서 최종 누적되어 생성된 질량의 형상이 인체 외형에 따르는 임의의 형상을 갖는 것을 특징으로 한다.

한편, 상기 방법은 프로그램화되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체 내에 저장될 수 있다.

이하, 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 적절한 실시예를 단지 예의 방법으로 설명하도록 하겠다. 이하 설명에 있어서, 본 발명의 요지와 실질적으로 무관한 공지 기능 및 구성에 대한 구체적인 설명은 생략하도록 하겠다.

수치해석을 이용한 국부 노출평가를 위해서는 도 2와 같이 생체 모델 데이터베이스(DB)가 제공되어야 하며, 수치해석 계산을 수행하는 부분과 데이터의 입출력을 위한 부분이 있어야 한다. 본 발명은 국부 SAR을 구하기 위해 규정된 질량, 즉, 인체로부터 1g 또는 10g에 해당하는 조직을 채취하는 방법에 관한 것이다. 즉, 본 발명은 전체 평가절차를 나타내는 도 1에서 단계 "101"에 해당한다. 이 과정은 수치해석 계산 모듈의 후처리 과정(post-process)에 속한다고 볼 수 있다. 본 발명을 설명함에 있어서 그 예를 FDTD 계산의 경우로 하고, 노출원은 PCS 단말기와 같은 이동통신 단말기를 이용한다.

평균하는 조직의 형상을 입방체로 할 경우에 대한 연구 결과들은 현재 많이 공개되어 있다. 그러나, 결과에 대해 재현성이나 과대 혹은 과소 평가 등의 측면에서 상세히 검증된 바는 거의 없다. 따라서, 본 발명에서는 연속적인 조직을 선택할 경우, 입방체 조직의 평균값보다 과소평가되지 않으며, 계산의 경우에는 각 FDTD 셀의 SAR 값, 측정의 경우에는 각 측정점의 SAR 값을 그대로 적용하므로 내삽이나 외삽에 의한 근사적 추정도 하지 않으며, 굴곡이 심한 생체의 형상에 적용이 매우 용이하다. 그 절차는 도 3을 따라 해당 질량에 맞는 조직을 채취하도록 한다.

도 3a를 참고하면, 작은 입방체들은 FDTD 계산의 경우 각 셀의 크기가 입방체인 경우를 나타내며, 측정의 경우에는 각 측정점을 나타낸다.

기존의 연구 및/또는 SAR 측정 방법들에서는, 국부 평균 SAR을 얻기 위해 일정 질량의 조직을 채취할 때 대부분 일괄적인 입방체 조직을 취했는데, 이런 경우 대개 인체와 같이 복잡하고 굴곡이 있는 표면에서는 최외각면을 포함하는 입방체 조직을 얻기 어렵기 때문에 인체의 피부 표면보다도 더 내부로 더 들어가서 측정을 위한 조직을 채취하게 되는 경우가 발생한다. 그러나, 전자기장 노출원은 인체 외부, 즉 피부 표면에 존재하고, 따라서 대개 피부 외곽층에 높은 SAR들이 위치하게 된다. 그런데, 인체의 더 안에서 조직을 채취하여 질량을 평균하게 되면, SAR 값은 자연히 더 낮고, 이런 경우, 인체의 외곽층에서는 국부 평균 SAR 값이 정의되지 않을 수도 있다.

따라서, 본 발명에 따른 국부 평균 SAR 측정방법을 사용하면 이러한 과소평가를 피하면서 생체 조직의 어느 점에서나 모두 국부 평균 SAR을 얻을 수 있다.

도 3a를 참고하면, 각 폐곡면, $L_1, L_2, \dots, L_i, \dots, L_L$ 등은 노드(i_0, j_0, k_0)에서 그 노드를 중심으로 하는 체적을 감싸면서, 각각 소정 크기의 입방체 형상을 갖는 한 개의 FDTD 셀의 두께를 갖는 조직의 층이다. 이 각 폐곡면은 인체 모델의 머리와 전화모델 간의 접촉면에 평행한 슬라이스(slice)로 나눌 수 있다.

예를 들어, L_1 은 S_1, S_2 , 및 S_3 의 슬라이스들로 구성될 수 있으며, L_2 는 S_1, S_2, \dots , 및 S_5 로 구성된다. 모두 첫번째와 마지막 슬라이스를 제외하고 나머지 슬라이스는 두께가 한 개의 FDTD 셀을 갖는 폐곡선 모양을 형성한다. 각 아래첨자는 폐곡면과 슬라이스의 번호를 나타낸다. 노드의 질량은 다음과 같은 순서에 따라 검사된다.

즉, I 는 레이어(Layer) 번호로서, $1 \sim L$ 값을 가지며 노드(i_0, j_0, k_0)에 가까울수록 작고, s 는 슬라이스 번호로서, $1 \sim S$ 값을 가지며 전자기장 발생원에 가까울수록 더 작은 값을 가지며, ns 는 국부 노드 번호로서, $1 \sim Ns$ 값을 가지며 슬라이스 S_s 에서의 노드 검사 순서이며, 결과값에 크게 영향을 주지 않으므로 평가자가 임의로 정해도 무방하다.

한편, 도 3b에서와 같은 3중 루프(Loop)를 수행하면서 선택된 노드에서의 질량이 "0" 인지 검사하는데, 노드 질량이 0인지 판단한 후, "예"인 경우에는 그 노드는 공기를 나타내므로 다음 노드로 진행하고, "아니오"인 경우에는 노드 번호(n)를 1만큼 증가시키고 노드 질량(m_n)과 SAR 값(SAR_n)을 누적한다($n \leftarrow n+1, M \leftarrow M + m_n, SAR_{total} \leftarrow SAR_{total} + SAR_n$).

이 과정은 누적되는 조직의 질량이 규정된 SAR 평균질량(M_0)(1g 또는 10g)에 가장 가까울 때까지 반복 수행되어야 하며, 누적할 때 마다 누적 질량 M 이 M_0 에 최대한로 근접하는지 검사한다. 이 검사의 결과에 따라 아래와 같이 수행한다.

누적 질량 M 이 M_0 에 최대한로 접근하는지 판단한 결과, "예"인 경우에는 SAR_{total} 을 최후의 노드 번호(n)로 나누어 평균 SAR을 구하고, "아니오"인 경우에는 도 3b에 따라 다음 노드로 이동한다.

임의의 노드(i, j, k)에서 노드 SAR과 노드 질량은 다음과 같이 계산된다.

수학식 2

$$SAR(i, j, k) = \sigma(i + 0.5, j, k) |E_x(i + 0.5, j, k)|^2 + \sigma(i, j + 0.5, k) |E_y(i, j + 0.5, k)|^2 + \sigma(i, j, k + 0.5) |E_z(i, j, k + 0.5)|^2$$

수학식 3

$$\text{노드질량}(i, j, k) = (\rho(i + 0.5, j, k) + \rho(i, j + 0.5, k) + \rho(i, j, k + 0.5)) \cdot \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z / 3$$

여기에서 σ 와 ρ 는 조직의 도전율과 질량 밀도이다. 그리고, Δx , Δy , 및 Δz 는 각각 x , y , 그리고 z 방향으로의 FDTD 셀 크기이다.

도 4를 참고하면, 본 발명에 따라 측정한 SAR 측정치와 기존의 방법에 의한 것과의 비교 결과가 도시되어 있다. 도 4는 이동전화 안테나를 포함하는 평면 내의 인체 단면 상 SAR 분포를 보이고 있다. 기존의 입방체 조직을 가지고 SAR 평균하는 경우들은 그 입방체 내에 공기의 함유율을 10~20% 허용하더라도 외부 공기 층이나 코 내부의 공간(nasal cavity) 등 체내 공기 층에 접하는 점 주변에서는 SAR 이 정의되지 않아 조직 단면 상에서 일부가 상실되어 있음을 볼 수 있다. 이는 공기 함유율의 허용치가 작을수록 더 심해지는 것을 알 수 있다. 공기 함유율이 크면 그 만큼 평균하는 조직의 질량이 작게 되므로 규정된 질량 값으로부터의 오차가 커지는 것이다. 그러나, 본 발명의 경우에는 그 질량 오차가 FDTD 셀 한 개의 질량 미만이 되며, 생체 조직의 모든 계산 점에서 규정된 조직 질량에 대한 SAR 평균치가 정의된다.

도 4를 통해 알 수 있는 바와 같이, FDTD 셀 자체 SAR 분포와 비교할 때 누락된 계산 점이 전혀 없음을 확인할 수 있다.

한편, 아래 표 1은 본 발명에 따른 방법과 종래 방법에 의한 이동전화를 사용하는 사람의 머리와 손의 각 최대 SAR 값과 그 값이 나타나는 위치를 비교하고 있다. 입방체 평균 조직의 경우 공기 함유량에 따라 SAR 값도 다르며, 최대 SAR 값의 위치도 달라짐을 볼 수 있다. 공기(air) 함유량을 적게 허용할수록 채워지는 조직이 전자기장 발생 소스에 접하는 피부 외곽면에서 멀어지므로 당연히 SAR 값을 과소평가하게 된다.

특히 표 1에서 손의 경우에는 두께가 머리에 비해 얇기 때문에 이러한 현상은 두드러지게 된다. 손가락의 두께는 보통 2cm 내외가 되는 데 10g 평균을 취하기 위해서는 조직 입방체의 한 변 길이가 약 2.15cm(조직의 질량밀도를 1000kg/m³으로 동일하게 가정하는 경우)를 확보해야 하는 데, 이는 손가락 부분에서는 매우 어렵게 된다. 따라서, 손의 경우에는 본 발명의 값보다 크게 과소평가됨을 볼 수 있다.

이동전화 출력전력 600 mW에 대한 국부 SAR 비교

SAR unit : W/kg

Part of body	Specified mass	본 발명			기존의 방법					
		본 발명			평균하는 조직 내의 공기 함유율					
		본 발명			0 %		10 %		20 %	
					SAR	Position	SAR	Position	SAR	Position
Head	1 g	1.545	1.00 g	Cheek	1.541	Cheek	1.541	Cheek	1.541	Cheek
	10 g	1.288	10.00 g	Cheek	1.194	Cheek	1.279	Cheek	1.279	Cheek
Hand	10 g	0.948	10.00 g	Outside Thumb	0.392	Inside Palm	0.628	Inside Little Finger	0.628	Inside Little Finger

지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 SAR 평가 방법에 따르면, 인체 내부의 각 측정점에서 그 각 점을 3차원적으로 감싸는 더 다른 측정점을 통해 이루어짐으로써, 감싸는 과정에서 공기층을 제외시키면서 각 측정점을 대표하는 조직 질량이 누적되면서 원하는 질량을 최종적으로 얻게 된다. 따라서, 그 최종적인 조직의 부피는 인체의 형상을 따르는 임의의 모양을 갖추게 되어 인체의 굴곡 정도에 크게 상관없이 효과적인 국부 SAR 을 평가하는 것이 가능하다.

지금까지 설명은 본 발명의 이해를 위한 적절한 실시예에 대한 것으로, 본 발명이 이것으로 제한되는 것은 아니며, 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 첨부한 특허청구범위의 범위 및 정신을 벗어나지 않고 다양한 수정 및 변형이 가능함은 명백한 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

휴대용 이동통신 단말기와 같은 전자기장 발생원에 노출된 인체의 국부 전자파흡수율(SAR)을 측정 또는 해석하는 데 있어, 인체로부터 소정의 규정된 질량을 취하여 SAR을 측정하는 인체의 국부 SAR 평가 방법에 있어서,

상기 소정의 규정된 질량을 취하는 방법은, 국부 SAR을 알고자 하는 지점을 둘러싸는 소정 질량 및 형상을 갖는 FDTD 셀(또는 측정점)의 국부 질량을 더하여 이루어지되, 질량이 거의 없는 공기층은 제외시키면서 최종 누적되어 생성된 질량의 형상이 인체 외형에 따르는 임의의 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 국부 SAR 평가 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

국부 SAR을 알고자 하는 지점을 둘러싸는 소정 질량 및 형상을 갖는 FDTD셀(또는 측정점)의 국부 질량을 더하는데 있어서,

상기 국부 질량을 반복하여 차츰 누적시키되 좌표축상 노출원에 가까이 있는 FDTD 셀(또는 측정점)의 국부 질량을 우선적으로 누적시키는 것을 특징으로 하는 국부 SAR 평가방법.

청구항 3.

휴대용 이동통신 단말기와 같은 전자기장 발생원에 노출된 인체의 국부 전자파흡수율(SAR)을 측정 또는 해석하는 데 있어, 국부 SAR을 알고자 하는 지점을 둘러싸는 소정 질량 및 형상을 갖는 3차원 구조의 FDTD 셀(또는 측정점)을 통해 구해진 국부 질량을 더하여 인체로부터 소정의 규정된 질량을 취하여 인체의 국부 SAR 을 평가하는 방법에 있어서,

상기 FDTD셀(또는 측정점)을 구성하는 임의의 노드(i_n, j_n, k_n)를 구하는 제1 단계;

상기 노드와 국부 조직 질량(M) 및 국부 SAR의 합(SAR_{total})의 값을 초기값으로 설정한 후 상기 FDTD셀의 노드 질량을 구하는 제2 단계;

상기 노드 질량의 값이 " 0" 인지 판단하는 제3 단계;

상기 제3 단계 결과, 노드 질량값이 " 0" 이 아닌 경우에 노드 번호(n), SAR_{total} 및 M 의 값을 각각 $n = n + 1$, $SAR_{total} = SAR_{total} + SAR_n$ 및 $M = M + M_n$ 으로 증가시킨 후, 증가된 M 값이 규정된 SAR 평균질량(M_0)에 근접하는 지 판단하는 제4 단계; 및

상기 제4 단계 결과, 근접하지 않으면 다음 노드에 대해 상기 제3 단계 이후 절차를 진행하고, 근접하는 경우에는 SAR_{total} 을 해당 노드에 대응하는 수(n)로 나누어 SAR 평균값(SAR_{av})을 구하는 제5 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 인체의 국부 SAR 평가 방법.

청구항 4.

컴퓨터에,

휴대용 이동통신 단말기와 같은 전자기장 발생원에 노출된 인체의 국부 전자파흡수율(SAR)을 측정 또는 해석하는 데 있어, 국부 SAR을 알고자 하는 지점을 둘러싸는 소정 질량 및 형상을 갖는 3차원 구조의 FDTD 셀(또는 측정점)을 통해 구해진 국부 조직 질량(M)을 더하여 인체로부터 소정의 규정된 질량을 취하여 국부 SAR의 합(SAR_{total})을 통해 인체의 국부 SAR을 평가하는 방법에 있어서,

상기 FDTD셀(또는 측정점)을 구성하는 임의의 노드(i_n, j_n, k_n)를 구하는 제1 절차;

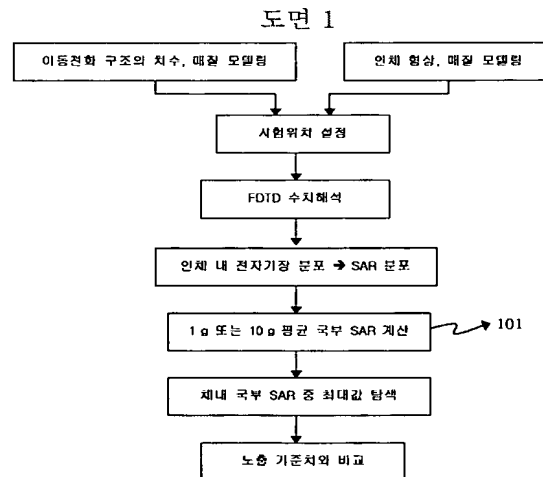
상기 노드, M 및 SAR_{total} 의 값을 초기값으로 설정한 후 상기 FDTD셀의 노드 질량을 구하는 제2 절차;

상기 노드 질량의 값이 "0" 인지 판단하는 제3 절차;

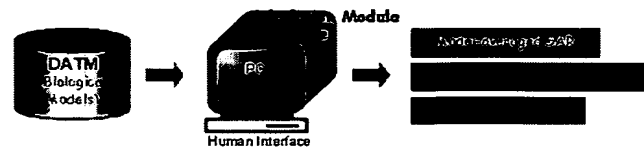
상기 제3 단계 결과, 노드 질량값이 "0"이 아닌 경우에 노드 번호(n), SAR_{total} 및 M의 값을 각각 $n = n + 1$, $SAR_{total} = SAR_{total} + SAR_n$ 및 $M = M + M_n$ 으로 증가시킨 후, 증가된 M 값이 규정된 SAR 평균질량(M_o)에 근접하는지 판단하는 제4 절차; 및

상기 제4 단계 결과, 근접하지 않으면 다음 노드에 대해 상기 제3 절차 이후 과정을 진행하고, 근접하는 경우에는 SAR_{total} 을 해당 노드에 대응하는 수(n)로 나누어 SAR 평균값(SAR_{av})을 구하는 제5 절차를 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

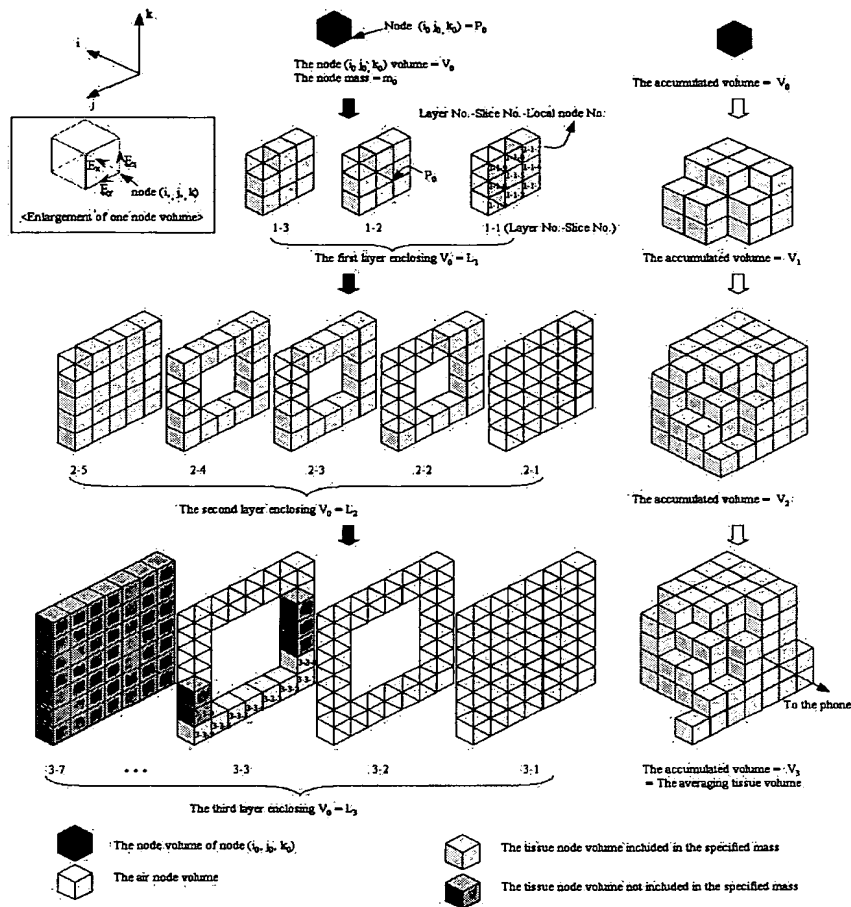
도면



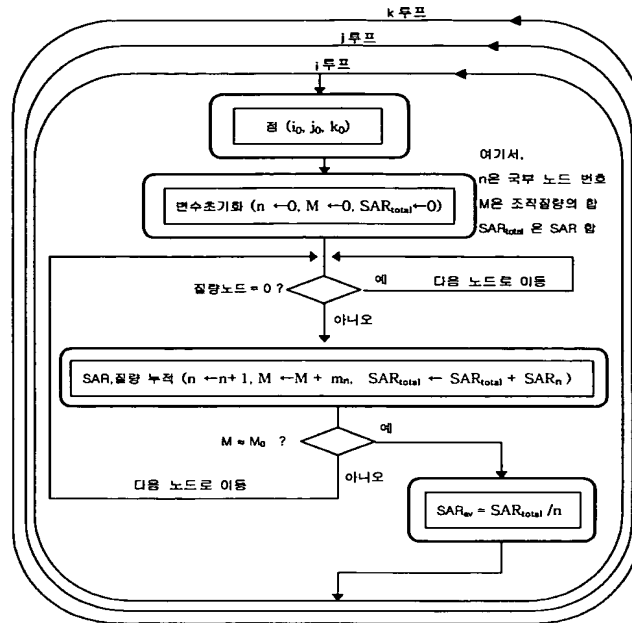
도면 2



도면 3a



도면 3b

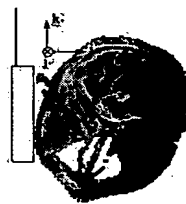


도면 4a



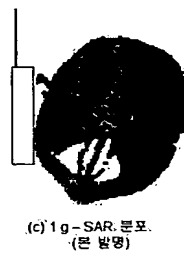
(a) 이동전화 안테나를 포함하는 평면의 구조.

도면 4b



(b) FDTD cell - SAR's.

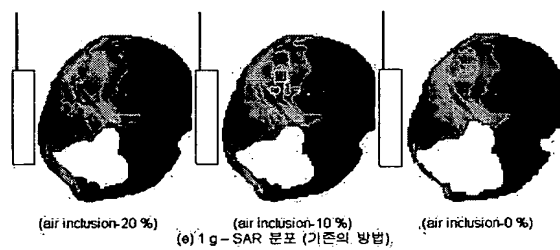
도면 4c



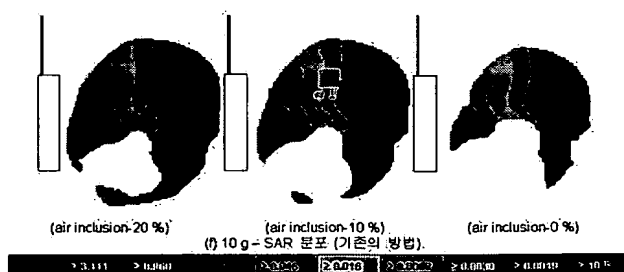
도면 4d



도면 4e



도면 4f



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.